

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

Индивидуальное задание выполняется по вариантам. Вариант задания соответствует порядковому номеру студента в журнале (или номер зачетной книжки). Дата сдачи – до 7.04.2012г. За сдачу заданий в более поздний срок снижаются баллы.

Задание 1.1.

Даны следующие животные Томской области:

№ варианта	Наименование организма
1.	Утка
2.	Волк
3.	Уж
4.	Ласточка
5.	Заяц
6.	Суслик
7.	Ёж
8.	Тетерев
9.	Белка
10.	Медведь
11.	Барсук
12.	Ласка
13.	Крот
14.	Росомаха
15.	Олень
16.	Соболь
17.	Летучая мышь
18.	Куница
19.	Хорь
20.	Сова
21.	Дятел
22.	Сокол
23.	Землеройка
24.	Рябчик
25.	Глухарь
26.	Лиса
27.	Чайка
28.	Кабан
29.	Рысь
30.	Журавль

- а. Опишите лимитирующие абиотические и биотические экологические факторы для вашего животного.
- б. Приведите графическое изображение (схематично) действия экологического фактора на животного, фактор выбрать самостоятельно. На графике укажите зоны угнетения и нормальной жизнедеятельности. Укажите величину толерантности.
- в. Опишите экологическую нишу животного. Приведите пример адаптации животного и определите тип адаптации.

Задание 1.2.

Имеются данные изменения численности растения во времени:

№ варианта	Наименование растения	Годы														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Ель	4	6	8	17	26	38	47	49	50	51	51	52	52	51	52
2	Пихта	3	4	6	7	9	12	19	28	36	45	56	58	59	60	60
3	Осина	5	7	10	15	22	36	48	55	62	65	67	68	68	69	69
4	Сосна	4	5	7	10	15	18	21	24	26	28	29	29	30	31	30
5	Кедр	3	3	4	5	7	10	16	19	24	28	31	33	34	35	35
6	Ива	6	8	12	17	24	29	33	37	40	42	44	45	46	46	46
7	Тополь	5	6	8	11	16	22	27	31	34	37	39	41	42	43	43
8	Лиственница	3	3	4	6	8	10	12	14	16	18	21	22	23	24	24
9	Береза	4	5	7	10	14	19	24	29	34	38	42	45	47	48	48
10	Вербa	5	6	8	10	13	18	23	28	32	36	39	42	44	45	46
11	Ромашка	30	36	46	60	75	90	106	121	135	148	160	170	175	178	180
12	Колокольчик	30	42	63	85	101	113	122	130	135	140	142	143	144	145	144
13	Роза	10	12	15	20	25	30	35	38	40	42	43	44	44	45	44
14	Тюльпан	20	25	35	55	70	93	111	126	138	149	154	157	158	159	158
15	Крокус	25	30	39	51	66	82	98	113	125	136	145	150	153	160	160
16	Георгин	20	23	28	36	46	55	63	71	78	84	89	92	94	95	96
17	Нарцисс	20	30	45	62	80	95	107	118	127	134	139	143	145	146	146
18	Лилия	30	32	36	47	62	77	86	94	100	104	107	109	111	112	112
19	Пион	5	6	8	14	24	36	47	57	63	67	70	72	73	72	73
20	Незабудка	40	55	76	101	131	154	172	180	184	186	187	188	188	187	188
21	Гвоздика	25	31	41	55	70	85	101	116	130	143	155	165	170	173	175
22	Астра	25	37	58	80	96	108	117	125	130	135	137	138	139	140	139
23	Дуб	5	7	10	15	20	25	30	33	35	37	38	39	39	40	39
24	Шиповник	15	20	30	50	65	88	106	121	133	144	149	152	153	154	153
25	Гладиолус	20	25	34	46	61	77	93	108	120	131	140	145	148	155	155
26	Подсолнух	15	18	23	31	41	50	58	66	73	79	84	87	89	90	91
27	Ландыш	15	25	40	57	75	90	102	113	122	129	134	138	140	141	141
28	Маргаритка	25	27	31	42	57	72	81	89	95	99	102	104	106	107	107

		Годы														
29	Яблоня	0	1	3	9	19	31	42	52	58	62	65	67	68	67	68
30	Мать-и-мачеха	35	50	71	96	126	149	167	175	179	181	182	183	183	182	183

Построить график зависимости численности популяции от времени, определить тип кривой роста. Найти уравнение, описывающее экспериментальную зависимость.

Методические указания к решению задания 1.2

Численность популяций определяется двумя противоположными процессами – рождаемостью и смертностью.

Очевидно, что в жизнеспособной популяции рождаемость должна превышать смертность. В этом случае при постоянной величине удельной скорости изменения численности рост числа организмов популяции N в зависимости от времени (количества поколений) математически будет представлять собой геометрическую прогрессию. Экспоненциальный рост численности популяции, называемый J-образной кривой, представлен на рис. 1. Он возможен лишь при отсутствии лимитирующих факторов. Такой рост в природе не происходит, либо происходит в течение очень непродолжительного времени (например, популяции одноклеточных организмов, водорослей, мелких ракообразных при благоприятных условиях размножаются по экспоненциальному закону). Это рост численности особей в неизменяющихся условиях.

Экспоненциальный тип роста описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dN}{dt} = (b - d)N = rN. \quad (1)$$

Уравнение (1) в интегральной форме имеет вид

$$N_t = N_0 e^{rt}, \quad (2)$$

где N_t – численность популяции в момент времени t ; N_0 – численность популяции в начальный момент времени t_0 ; e – основание натурального логарифма; r – показатель, характеризующий темп размножения особей в данной популяции (удельная скорость изменения численности).

Логарифмируя обе части уравнения (2), получим уравнение линейного вида

$$\ln N_t = \ln N_0 + rt. \quad (3)$$

Графический вид зависимости $\ln N$ от t представлен на рис. 2. Используя экспериментальную зависимость $\ln N$ от t можно определить

$\ln N_0$ как отрезок, отсекаемой прямой на оси X , а r как тангенс угла наклона прямой.

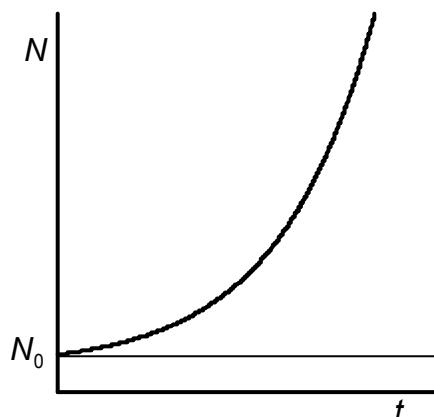


Рис. 1. J-образная кривая роста численности популяции

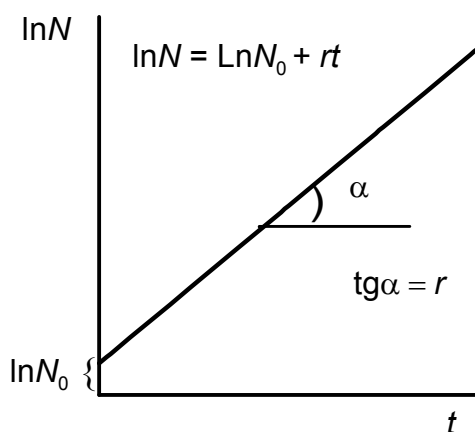


Рис. 2. Графический вид зависимости $\ln N$ от t в случае экспоненциального роста

В реальных условиях удельная скорость роста популяции r зависит от плотности популяции. Увеличение плотности популяции снижает количество доступной организму пищи, что приводит к росту удельной смертности d и снижению удельной скорости изменения численности популяции r . Уменьшение r до нулевого значения останавливает рост численности популяции на некотором значении $N = K$, которое называют емкостью экологической ниши.

Таким образом, рост популяции не может быть бесконечным, а реальная кривая изменения численности популяции имеет вид буквы S (логистическая), представленный на рис. 3. Такой тип роста описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dN}{dt} = rN(K - N)/K. \quad (4)$$

где K – максимальное число особей, способных жить в рассматриваемой среде. В интегральной форме уравнение (4) имеет вид

$$N = \frac{K}{1 + e^{a-rt}}, \quad (5)$$

где a – константа интегрирования, определяющая положение кривой относительно начала координат, $a = \ln((K - N_0)/N_0)$ при $t = 0$.

Тогда уравнение (5) можно записать в виде

$$N = \frac{K}{1 + e^{\ln((K-N_0)/N_0)-rt}}. \quad (6)$$

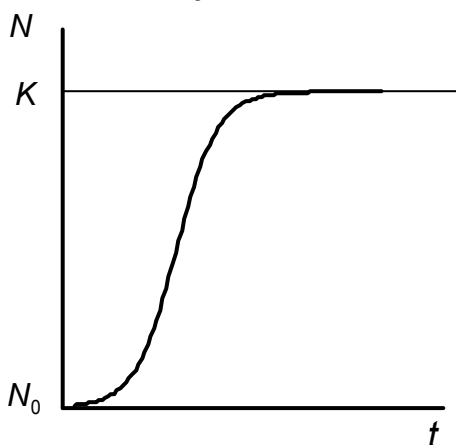


Рис. 3. S-образная кривая роста численности популяции

Пример решения задачи. Имеются данные изменения численности растения во времени:

Годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Численность растения, exper.	10	12	15	19	23	27	30	33	35	37	39	40	41	42	42
Численность растения, рассчитанная по уравнению															

Построить график зависимости численности популяции от времени, определить тип кривой роста. Найти уравнение, описывающее экспериментальную зависимость.

Решение. Построим график зависимости N от t (рис. 4). Как видно график имеет логистический характер. Для описания данной зависимости воспользуемся уравнением (1.16). Коэффициент K найдем из графика. $K = 42$. Коэффициент a найдем из выражения $a = \ln((K - N_0)/N_0)$. $N_0 = 10$. $a = 1,2$.

Далее, выбираем $t_1 = 5$. Ему соответствует $N_1 = 27$. Подставив данные значения в выражение (1.16), получим:

$$27 = \frac{42}{1 + \exp(1,2 - 5r)}.$$

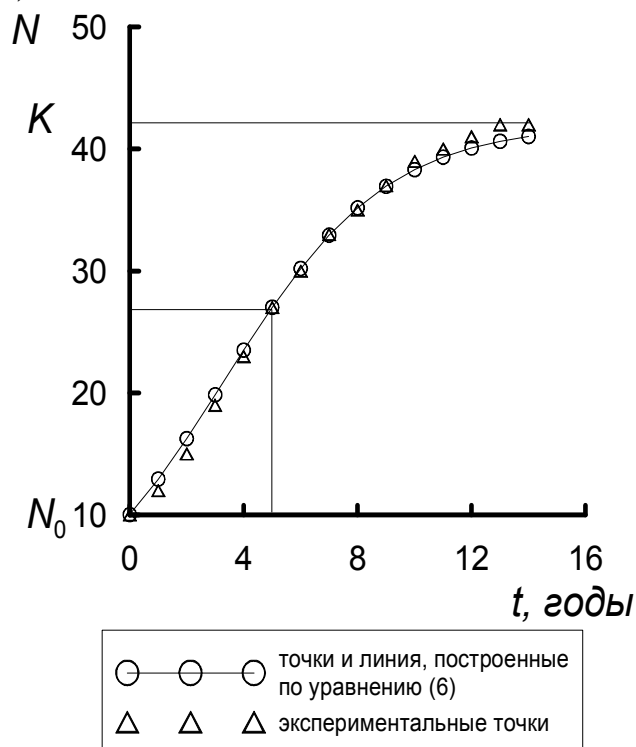


Рис. 4. Зависимость численности растения N от t и кривая, полученная по уравнению (7)

Выразим r :

$$42 = 27(1 + \exp(1,2 - 5r)), \quad \exp(1,2 - 5r) = \frac{42 - 27}{27},$$

$$r = -\frac{\ln \frac{42 - 27}{27} - 1,2}{5} = 0,36.$$

Таким образом, уравнение, описывающее экспериментальную зависимость численности растения от времени, имеет вид

$$N = \frac{42}{1 + e^{1,2 - 0,36t}}. \quad (7)$$

Далее необходимо рассчитать численность растения по уравнению (7), занести данные в таблицу и построить график.

График, построенный по полученному уравнению, представлен на рис. 4.

Заполнить недостающие графы в таблице.

Задание 1.3.

Две обособленные популяции людей начинают заселять две необжитые области. Каждая из популяций характеризуется одинаковым возрастным составом (см. данные табл. 1 по вариантам). В одной популяции суммарный коэффициент рождаемости (СКР) составляет 4, а в другой 2. Продолжительность жизни всех людей в каждой популяции составляет 60 лет, соотношение полов 1:1, репродуктивный возраст – от 20 до 29 лет, все женщины в каждой популяции рожают одинаковое количество детей.

Таблица 1.

Исходные данные возрастной структуры популяции по вариантам

Вариант	Число людей разных возрастов (тыс. чел.)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Возрастные группы															
0–9 лет	5	6	4	3	4	2	4	5	3	3	4	2	4	7	3
10–19 лет	4	5	3	4	5	3	5	6	4	5	6	4	2	5	7
20–29 лет	3	4	2	5	6	4	3	4	2	4	5	3	6	2	6

Вариант	Число людей разных возрастов (тыс. чел.)														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Возрастные группы															
0–9 лет	7	4	5	5	6	7	4	6	5	6	6	3	2	6	4
10–19 лет	5	6	7	4	3	5	5	2	2	7	7	2	7	2	7
20–29 лет	6	3	4	2	2	4	7	4	7	3	2	6	6	3	5

Постройте исходную и последующие возрастные пирамиды, которые будут иметь место через каждые 10 лет, на 60 лет вперёд (учитывая рождение детей, увеличение возраста, смерть от старости) для обеих популяций. Заполните таблицы динамики численности для обеих популяций:

Годы, прошедшие от заселения	Рождаемость (b)	Смертность (d)	Прирост (r = b - d)	Численность (N)
0	0	0	0	$N_0 =$
10				$N_{10} = N_0 + r_{10}$
20				$N_{20} = N_{10} + r_{20}$
30				и т.д.
40				
50				
60				

Постройте на одних координатных осях графики изменения численности для обеих популяций.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Сравните форму возрастных пирамид обеих популяций.
2. Какой тип кривой роста численности имеет популяция с СКР = 4? Прекратится ли рост этой популяции, пока ей будет хватать ресурсов?
3. Каким типом роста характеризуется популяция с СКР = 2? Прекращается ли рост этой популяции?
4. Какая кривая отражает рост численности населения в мире? При каком значении СКР демографический взрыв прекратится?

Методические указания к решению задания 1.3

Предположим, что популяция людей начинает заселять необжитую область. В таблице представлен возрастной состав популяции:

Возрастные группы	Число людей разных возрастов, тыс. чел.
0–9 лет	5
10–19 лет	4
20–29 лет	3

СКР составляет 2, продолжительность жизни в популяции – 60 лет, соотношение полов – 1:1, репродуктивный возраст – от 20 до 29 лет, все женщины рожают одинаковое количество детей.

Построить исходную и последующие возрастные пирамиды (через 10 до 60 лет), затем кривую роста численности населения (учитывая рождение детей, увеличение возраста, смерть от старости), указать тип кривой роста.

Решение. Построим возрастные пирамиды. При построении возрастных пирамид по вертикали откладывается возраст (например, в масштабе 1 клетка = 10 годам), а по горизонтали количество людей в данной возрастной группе (в масштабе 1 клетка – 1 тыс. чел.). Основание пирамиды составляют организмы младших возрастов, а вершину – старшие особи. Таким образом, в рассматриваемых популяциях нижняя ступень пирамиды соответствует возрастной группе 0–9 лет. Через 10 лет все люди переходят в следующую возрастную группу. Поэтому, чтобы построить возрастную пирамиду для данного момента времени, прежнюю пирамиду поднимают на 1 клетку вверх, а снизу пристраивают новую ступень, соответствующую численности вновь родившихся

детей. Число новорожденных (b) в популяции за каждые 10 лет будет определяться по формуле:

$$b = \frac{N_{20-29}}{2} СКР,$$

где N_{20-29} – число людей, находившихся в течение предыдущего десятилетия в репродуктивном возрасте, $1/2$ – доля женщин в популяции, СКР – суммарный коэффициент рождаемости. Смертность в популяциях наступает только после 60 лет. Следовательно, возрастная группа 20–29 лет из исходной пирамиды попадает в разряд умерших через 40 лет. Через 50 лет умирает следующая возрастная группа и т. д.

Исходная и последующие возрастные пирамиды приведены на рис. 5 и 6.

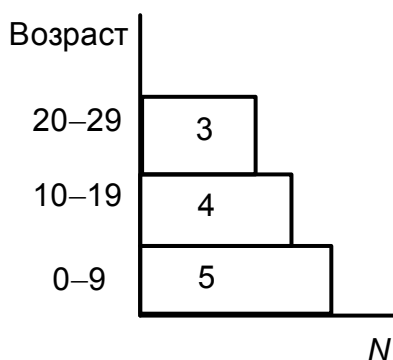


Рис. 5. Исходная возрастная пирамида

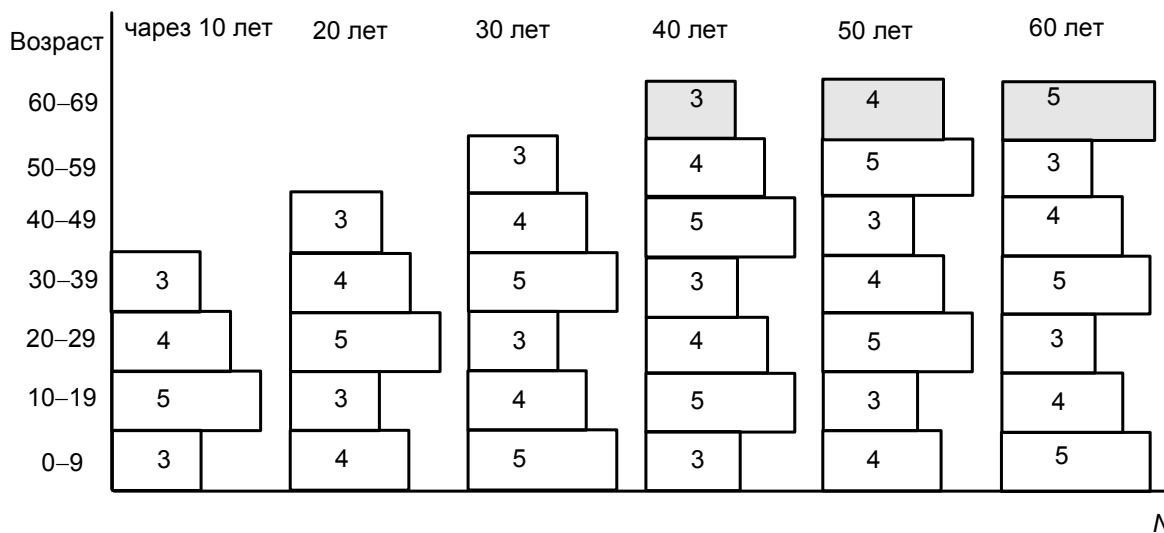


Рис. 6. Возрастные пирамиды (через 10 до 60 лет) развития популяции людей

Пользуясь построенными возрастными пирамидами, составим таблицу динамики численности населения:

Годы, прошедшие от заселения	Рождаемость (b)	Смертность (d)	Прирост ($r = b - d$)	Численность (N)
------------------------------	---------------------	--------------------	-------------------------	---------------------

Годы, прошедшие от заселения	Рождаемость (b)	Смертность (d)	Прирост ($r = b - d$)	Численность (N)
0	0	0	0	$N_0 = 12$
10	3	0	3	$N_{10} = N_0 + r_{10} = 15$
20	4	0	4	$N_{20} = N_{10} + r_{20} = 19$
30	5	0	5	24
40	3	3	0	24
50	4	4	0	24
60	5	5	0	24

Построим кривые роста численности популяции (рис. 7).

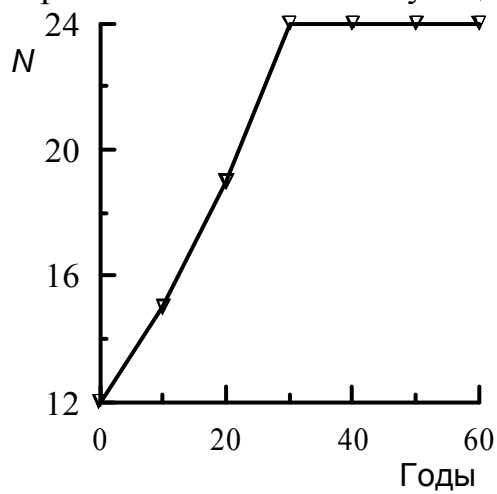


Рис. 7. Кривая роста